

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-334791

(43)Date of publication of application : 05.12.2000

(51)Int.Cl.

B29C 45/50
B29C 45/76

(21)Application number : 11-144370

(71)Applicant : FANUC LTD

(22)Date of filing : 25.05.1999

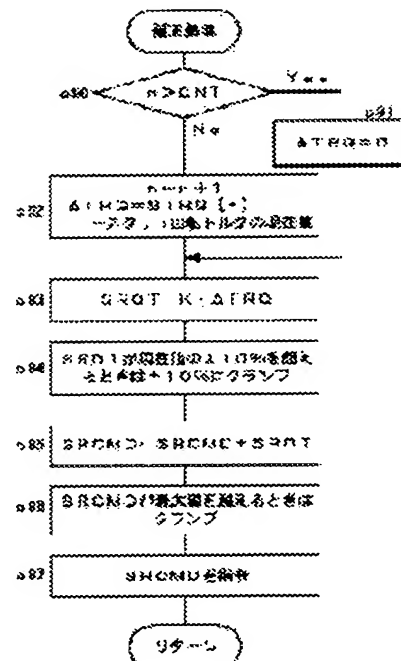
(72)Inventor : KAMIGUCHI MASAO
UCHIYAMA TATSUHIRO

(54) METERING CONTROL DEVICE FOR INJECTION MOLDING MACHINE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a metering control device by which metering time can be unified and kneading of a resin is also unified.

SOLUTION: Screw rotating torque STRQ (n) on every specified period from start of metering is detected and stored as a reference data. When metering is performed, number of screw rotation is switched to a set value at a set switching position. The present value of the screw rotating torque on each period is obtd. and it is subtracted from the rotating torque STRQ (n) of the corresponding reference data to obtain a deviation Δ SRT (c92). This deviation Δ SRT is converted to corrected quantity SROT of the number of screw rotation (c93). The corrected quantity SROT is added to the present set number of screw rotation SRCMD and is outputted to drive a motor for rotation of the screw (c95, c97). As the reference data, screw retreating speed and screw position may be used. As screw retreating pattern becomes equal to that when the reference data is obtd., metering time becomes const.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

25.05.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3056215

[Date of registration]

14.04.2000

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開 2000-334791

(P 2000-334791A)

(43) 公開日 平成12年12月5日 (2000. 12. 5)

(51) Int. Cl. ⁷	識別記号	F I	テームコード* (参考)
B 2 9 C	45/50	B 2 9 C	4F206
	45/76		

審査請求 有 請求項の数 6 O L (全 18 頁)

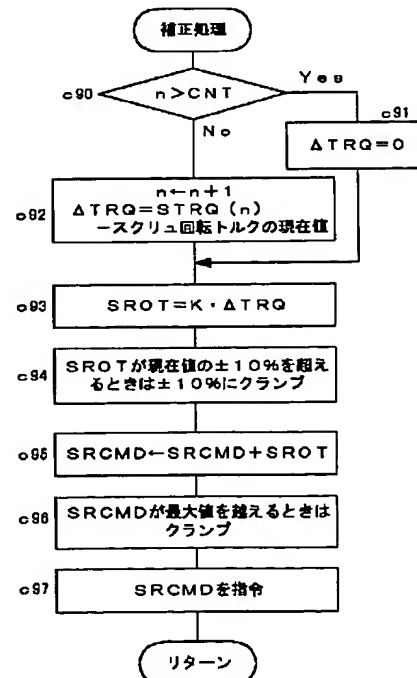
(21) 出願番号	特願平11-144370	(71) 出願人	390008235 ファナック株式会社 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地
(22) 出願日	平成11年5月25日 (1999. 5. 25)	(72) 発明者	上口 賢男 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地ファナック株式会社内
		(72) 発明者	内山 辰宏 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地ファナック株式会社内
		(74) 代理人	100082304 弁理士 竹本 松司 (外4名) F ターム (参考) 4F206 AP04 AP062 AR082 AR092 JA07 JD03 JM01 JP11

(54) 【発明の名称】 射出成形機の計量制御装置

(57) 【要約】

【課題】 計量時間を均一にすると共に樹脂の混練りも均一に保持できる計量制御装置を提供する。

【解決手段】 計量開始から所定周期毎スクリュ回転トルクSTRQ (n) を基準データとして検出し記憶しておく。計量時には、設定された切換位置でスクリュ回転数を設定値に切換る。各周期毎スクリュ回転トルクの現在値を求め対応する基準データの回転トルクSTRQ (n) から減じて偏差ΔSRTを求める (c 9 2)。この偏差ΔSRTをスクリュ回転数の補正量SROTに変換する (c 9 3)。現在の設定スクリュ回転数SRCMDに補正量SROTを加算し出力し、スクリュ回転用モータを駆動する (c 9 5、c 9 7)。基準データとして、スクリュ後退速度、スクリュ位置を用いてもよい。スクリュ後退パターンが基準データ取得時と等しくなるから、計量時間が一定となる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 射出成形機の計量制御装置において、スクリュ回転用モータのトルクを検出する手段と、前記検出したトルクを計量開始後、時系列的に記憶する手段と、前記記憶手段で記憶したトルクと実際のスクリュ回転用モータのトルクに基づいてスクリュ回転速度を補正する手段と、を備えたことを特徴とする射出成形機の計量制御装置。

【請求項 2】 射出成形機の計量制御装置において、スクリュ回転用モータのトルクを検出する手段と、前記検出したトルクを計量時のスクリュ位置に応じて記憶する手段と、前記記憶手段で記憶したトルクと実際のスクリュ回転用モータのトルクに基づいてスクリュ回転速度を補正する手段と、を備えたことを特徴とする射出成形機の計量制御装置。

【請求項 3】 射出成形機の計量制御装置において、スクリュ後退速度を検出する手段と、前記検出したスクリュ後退速度を計量開始後、時系列的に記憶する手段と、前記記憶手段で記憶されたスクリュ後退速度と実際のスクリュ後退速度に基づいてスクリュ回転速度の補正量を求め、かつ設定された補正量の上限・下限あるいは上限を越えないように補正量を制限し、該補正量に応じてスクリュ回転速度を補正する手段と、を備えることを特徴とする射出成形機の計量制御装置。

【請求項 4】 射出成形機の計量制御装置において、スクリュ後退速度を検出する手段と、前記検出したスクリュ後退速度を計量時のスクリュ位置に応じて記憶する手段と、前記記憶手段で記憶されたスクリュ後退速度と実際のスクリュ後退速度に基づいてスクリュ回転速度の補正量を求め、かつ設定された補正量に上限・下限あるいは上限を越えないように補正量を制限し、該補正量に従ってスクリュ回転速度を補正する手段と、を備えたことを特徴とする射出成形機の計量制御装置。

【請求項 5】 射出成形機の計量制御装置において、スクリュ位置を検出する手段と、前記検出したスクリュ位置を計量開始後、時系列的に記憶する手段と、前記記憶手段で記憶されたスクリュ位置と実際のスクリュ位置に基づいてスクリュ回転速度を補正する手段と、を備えたことを特徴とする射出成形機の計量制御装置。

【請求項 6】 前記スクリュ回転速度を補正する手段は、補正量に上限・下限あるいは上限を設け、前記補正量が前記制限を越えないように制限する請求項 1、請求項 2 又は請求項 5 記載の射出成形機の計量制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明はインラインスクリュ式射出成形機に関し、特に、射出成形機の計量制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 インラインスクリュ式射出成形機における従来の計量方法は、スクリュにおける樹脂の混練性を高めるため、スクリュ後退力、すなわち、熔融樹脂圧力に対抗する背圧を制御することが一般的であった。そのため、計量に要する時間はばらつき、むしろこの計量に要した時間によって計量の状態の良否を判別する要素として利用されていた。

【0003】 又、特開平 7-205228 号公報、特開昭 61-110524 号公報では、計量工程時のスクリュの後退速度を設定値に保持するように制御し、計量時間を一定にする方法も提案されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 本発明は、上記従来技術の改良に関し、計量時間を均一にすると共に樹脂の混練りも均一に保持できる計量制御装置を提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】 本発明は、射出成形機の計量制御装置であって、請求項 1 に係わる発明は、スクリュ回転用モータトルクを検出する手段と、この手段で検出したスクリュ回転用モータのトルクを計量開始からの時系列で記憶する手段と、前記記憶手段で記憶されたトルクと実際のスクリュ回転用モータのトルクに基づいてスクリュ回転速度を補正する手段とを備え、スクリュ回転用モータのトルクが記憶された基準となるトルクパターンに追従するようにスクリュ回転速度を制御することにより、計量時間のばらつきを少なくした。

【0006】 請求項 2 に係わる発明は、スクリュ回転用モータのトルクを計量開始からの時系列で記憶する代わりに、計量時のスクリュ位置に応じてこのトルクを記憶する手段を設け、前記記憶手段で記憶されたトルクと実際のスクリュ回転用モータのトルクに基づいて、スクリュ回転速度を補正するようにした。

【0007】 請求項 3 に係わる発明は、スクリュ後退速度を検出する手段と、計量開始からの時系列で検出した前記スクリュ後退速度を記憶する手段と、前記記憶手段で記憶されたスクリュ後退速度と実際のスクリュ後退速度に基づいてスクリュ回転速度の補正量を求め、この補正量に上限・下限あるいは上限を設け、この制限を越えないような補正量を求めスクリュ回転速度を補正する手段とを設け、スクリュ後退速度パターンが記憶したスクリュ後退速度パターンと一致するようにスクリュ回転速度を制御することにより計量時間を一定にした。

【0008】 請求項 4 に係わる発明は、請求項 3 に係わる発明のスクリュ後退速度を計量開始からの時系列で記憶する手段の代わりに、前記スクリュ後退速度を計量時

のスクリュ位置に応じて記憶する手段とし、この記憶手段で記憶されたスクリュ後退速度と実際のスクリュ後退速度に基づいてスクリュ回転速度の補正量を求めると共に、この補正量に上限・下限あるいは上限を設け、この制限を越えないように制限して補正量を求め、スクリュ回転速度を補正する手段とを備えるものである。

【0009】請求項5に係わる発明は、スクリュ位置を検出する手段と、計量開始からの時系列で検出した前記スクリュ位置を記憶する手段と、前記記憶手段で記憶されたスクリュ位置と実際のスクリュ位置に基づいて、スクリュ回転速度を補正する手段とを設けて、スクリュ位置のパターンが記憶された基準のパターンと一致するようにスクリュの回転速度が補正制御されるようにした。

【0010】又、請求項1、請求項2、請求項5に係わる発明においても、補正量に上限・下限あるいは上限を設け、前記スクリュ回転速度を補正する手段が前記制限を越えない補正量として求めるようにした。

【0011】

【発明の実施の形態】図1は、本発明の計量制御装置が適用される射出成形機の射出機構部の概要図である。図において、1は金型、2はシリンダ、3はスクリュ、4はシリンダ内に樹脂のベレットを供給するホッパ、5は射出機構を構成するフロントプレート、6はリアプレート、該フロントプレート5とリアプレート6間にはガイドバー7が複数設けられ、該ガイドバー7にガイドされてプッシャープレート8が前後進（図において左右方向）に移動自在に配置されている。該プッシャープレート8にスクリュ3の基部が回転自在に取り付けられていると共に、該基部にはプーリ12が取り付けられ、スクリュ回転用サーボモータM1によって、駆動プーリ14、タイミングベルト13、プーリ12を介してスクリュ3は回転駆動される。なお、スクリュ回転用サーボモータM1は、図では省略しているが、プッシャープレート8に取り付けられ該プレート8と共に前後進するものである。又、プッシャープレート8には、圧力センサ（ロードセル）9を介してボールナット10が取り付けられ、該ボールナット10にはボールネジ11が螺合し、該ボールネジ11は射出用サーボモータM2によって、駆動プーリ15、タイミングベルト16、受動プーリ17を介して回転駆動される。これにより、プッシャープレート8を介してスクリュ3は軸方向（図において左右方向）に駆動されることになる。

【0012】図2は、この射出成形機を制御する制御装置の要部ブロック図で、本発明の計量制御装置はこの制御装置によって構成している。図2において、符号26は、この射出成形機全体を制御するプロセッサであり、バス29を介して、アナログ信号をデジタル信号に変換するA/D変換器20、サーボインターフェース21、22、入出力インターフェース25、ROM、RAM、不揮発性RAM等で構成されたメモリ27が接続されて

いる。A/D変換器20には、圧力センサ（ロードセル）9が接続され、サーボインターフェース21、22には、それぞれサーボアンプ23、24が接続されている。

【0013】サーボアンプ23にはサーボモータM1、速度検出器としてのパルスコードP1が接続されている。該パルスコードP1によって、サーボモータM1の回転速度を検出することにより、スクリュ3の回転速度を検出している。サーボアンプ23は、プロセッサ26から指令される速度指令をサーボインターフェース21を介して受け取り、パルスコードP1によって検出され、フィードバックされるサーボモータM1の実速度（スクリュの速度）により、速度のフィードバック制御を行い、更には電流（トルク）のフィードバック制御も行なってサーボモータM1を駆動制御する。

【0014】又、サーボアンプ24には、サーボモータM2、位置・速度検出器としてのパルスコードP2が接続されている。該パルスコードP2によって、サーボモータM2の回転位置、回転速度を検出することにより、スクリュ3の前後進位置及び前後進速度を検出している。サーボアンプ24は、プロセッサ26から指令される位置指令若しくは速度指令をサーボインターフェース22を介して受け取り、パルスコードP2によって検出され、フィードバックされるサーボモータM2の回転位置及び／又は実速度（スクリュの速度）により、位置及び／又は速度のフィードバック制御を行い、更には電流（トルク）のフィードバック制御も行なってサーボモータM2を駆動制御する。なお、サーボアンプ23、24は、電気回路等のハードウェアのみで構成してもよく、又、プロセッサ、ROM、RAM等で構成し、サーボモータの位置、速度、トルク等の制御をソフトウェアで制御する、いわゆるデジタルサーボアンプで構成してもよい。

【0015】入出力インターフェース25には、液晶やCRTで構成された表示手段を備えるデータ入出力装置28が接続され、該入出力装置28によって各種指令、各種パラメータの設定等が可能で、かつ、表示手段には、各種設定値や後述するスクリュ回転数、スクリュ後退位置、スクリュ回転トルク等を表示できるようになっている。上述した構成は、従来の射出成形機の制御装置の構成と同一である。

【0016】上述した構成によって、射出工程時には、射出用サーボモータM2が駆動され、ボールネジ11が回転し、該ボールネジ11に螺合するナット10及びプッシャープレート8は前進し（図中左方向）、スクリュ3も前進してシリンダ2内の溶融された樹脂が金型1のキャビティ内に射出されることになる。一方、計量工程においては、スクリュ回転用サーボモータM1を駆動し、スクリュ3を回転させる。このスクリュ3の回転とシリンダ2に取り付けられたヒータ18によって、樹脂

は混練り・溶融される。この混練り・溶融された樹脂はスクリュ3の移送作用によりスクリュの前方に送られる。射出開始前においては、シリンダ2の先端部のノズルは封止されているので、移送された溶融樹脂はシリンダ2の前方部に貯められることになる。この溶融樹脂により圧力が発生し、スクリュ3を後方に押圧する圧力が発生する。この圧力は圧力センサ（ロードセル）9で検出され、この検出圧力が設定背圧と一致するように射出用サーボモータM2が駆動制御され、スクリュ3は後退する。

【0017】図4は、計量工程におけるスクリュ回転数、切換位置、計量完了位置の設定例を示したもので、図5は、従来から行われている計量工程時のプロセッサ26が実行するスクリュ回転制御の処理フローチャートである。この計量工程はスクリュ回転数を切り替えることなく、ある所定の回転数で駆動する1段制御も実施されるが、通常、スクリュ3の位置によってスクリュ回転数を切り替える制御がなされている。なお、通常シリンダ2の最先端位置を原点「0」としスクリュ3の後退方向を正の方向としてスクリュの位置が表される。図4

は、N段にスクリュ回転数を設定したときの例を示している。このスクリュ回転数の切換位置及び各段のスクリュ回転数の設定、さらに計量完了位置は、データ入出力装置28の表示手段を計量条件設定画面に切り替えて、設定するものである。

【0018】従来のスクリュ回転制御においては、プロセッサ26は図5に示す処理を所定周期毎実行する。まず、この処理周期のタスクとは別のタスクで設定される計量開始フラグF1が「1」にセットされているか、又は、計量中を示すフラグF2が「1」にセットされているか判断する（ステップa1）。どちらのフラグともに「0」であれば、このスクリュ回転数制御処理はそのまま終了する。一方、計量工程になると別のタスクにより計量開始フラグF1が「1」にセットされ、このセットされていることをステップa1で検出すると、計量中フラグF2が「0」か判断し（ステップa2）、「0」ならば、この計量中フラグF2を「1」にセットすると共に計量開始フラグF1を「0」にリセットする（ステップa3）。そして、計量開始時の段数として0段に設定されているスクリュ回転数の指令をサーボインタフェース21を介してスクリュ回転用サーボモータM1のサーボアンプ23に出力する（ステップa4）。サーボアンプ23ではこのスクリュ回転速度指令とパルスコードP1からの速度のフィードバック信号に基づいて速度のフィードバック制御を行いスクリュ3を設定回転数で回転するようサーボモータM1駆動制御する。

【0019】そして、プロセッサ26は段数を示す指標iを「1」にセットし（ステップa5）、射出用サーボモータM2に取り付けられたパルスコードP2からの位置のフィードバック信号によって求められるスクリュ3

の現在位置が指標iで示されるi段目に設定されている切換位置が判断し（ステップa6）、該位置に達していなければ、設定された計量完了位置か判断し（ステップa9）、計量完了位置でもなければ、当該周期の処理を終了する。

【0020】次の周期からは、計量中フラグF2が「1」にセットされているから、ステップa1、a2、a6、a9と処理を行い、i（=1）段目の切換位置に達するまでこの処理を繰り返す。一方、前述したよう

に、スクリュ3が回転することによって、樹脂は溶融され、その溶融樹脂圧によってスクリュ3は後方に押圧されこの圧力は圧力センサ（ロードセル）9によって検出され、この検出圧力が設定背圧になるように射出用サーボモータM2が制御される。この射出用サーボモータM2による背圧制御については、説明を省略する。なお、この背圧も、通常スクリュ回転数を切り替える各段毎に切り替わる。

【0021】ステップa6で、スクリュ3の位置が指標iで示される段の切換位置に達していることが検出されると、この指標iで示される段のスクリュ回転数の指令に切換え、スクリュ3の回転数を切り替え、指標iを「1」インクリメントする（ステップa7、a8）。そして、スクリュ位置が設定計量完了位置に達しているか判断し（ステップa9）、達していなければ、この処理を終了する。次の周期からは、上述したように、スクリュ位置が指標iで示される段数のスクリュ回転数切換位置に達する毎に、その段に設定されているスクリュ回転数にスクリュ3の回転数を切換て制御する。設定段数Nまで切換、この段Nのスクリュ回転数でスクリュ3を回転させ、ステップa9で、スクリュ位置が設定計量完了位置に達することが検出されると、スクリュ回転停止指令を出力し、計量中フラグF2を「0」にセットする（ステップa10、a11）。スクリュ回転停止指令によりスクリュ3の回転は停止し、フラグF1、F2は共に「0」であるから、以後の周期からは図5に示す処理はステップa1の処理のみを行い、この計量工程のスクリュ回転制御は終了する。

【0022】以上のようなスクリュ回転数制御（スクリュ回転速度制御、スクリュ回転数とスクリュ回転速度は同じ意味でスクリュの回転する速度を意味する）が、従来は実施されている。この従来の方法では、各段のスクリュ回転数は速度のフィードバック制御により一定に保持され、かつ背圧も一定に保持されている。そのため、ホッパ4から供給される樹脂量が大きくなると、スクリュ回転用サーボモータM1は一定設定回転数（速度）で回転しようとして大きなトルクを発生して多量の樹脂を溶融する。そのため、溶融圧力が増大し、スクリュの後退速度が増大する。反対に、樹脂の供給量が少ないと、スクリュ回転用サーボモータM1は小さなトルクで設定回転数の速度を保持でき、樹脂の溶融量も少ない。その

結果、スクリュの後退速度は低下する。このように樹脂の供給量に変化があってもスクリュの回転速度が設定速度に一定に保持されているためにスクリュの後退速度にばらつきが生じ、その結果計量時間もばらつきが生じる。

【0023】そこで、本発明は、この計量時間のばらつきを補正すると共に均一な混練りをも得るようにしたものである。そのために、本発明は、基準となる計量工程のスクリュ回転トルク、スクリュ後退速度、スクリュ後退位置等のデータをサンプリングして採取し、各計量工程においては、このサンプリングデータと一致するように、スクリュ回転数（スクリュ回転速度）を制御するようにしたものである。

【0024】図3は、本発明の計量制御を行うスクリュ回転制御計量モードの選択及びこのモードに利用する基準データの取得を行うか否かの設定を行うデータ入出力装置28の表示手段の画面である。ソフトキー30を用いて「スクリュ回転制御計量モード」を「ON」とすると、後述するように、予め記憶した基準データに従うようにスクリュ回転速度が制御される。又、「基準データの取得」が「ON」にセットされると、次の計量工程では図6に示す処理を行って、計量開始からのデータのサンプリングを一定周期毎実行し、データの取得が済むと自動的に「基準データの取得」を「OFF」にする。又、この図3で示される画面では、横軸を時間あるいは、位置にして、縦軸にスクリュ回転数、スクリュ後退速度、スクリュ後退位置、スクリュ回転トルクを表示するようにしている。そのため、「スクリュ回転制御計量モード」を「ON」とするタイミングを容易に判断できる。

【0025】図6は、基準データの取得が「ON」に設定されたときの計量工程時のスクリュ回転制御の処理フローチャートである。図5で示す従来のスクリュ回転制御の処理フローチャートと相違する点は、計量開始からサンプリングデータとして、スクリュの後退位置、スクリュ後退速度、スクリュ回転用サーボモータM1にかかる回転負荷トルクを検出し記憶するようにした点である。なお、スクリュ後退速度、後退位置は、射出用サーボモータM2に取り付けられたパルスコードP2からフィードバックされる信号によって求められる現在位置レジスタの値及び検出速度から求められる。又スクリュ回転用のサーボM1にかかる負荷トルクは、このサーボモータM1に流れる駆動電流の大きさを負荷トルクの大きさとして検出してもよいが、加減速等の影響を考慮して、本実施形態では、従来から公知の外乱推定オブザーバをスクリュ回転用サーボモータM1を駆動制御するサーボアンプ23内に組み込み、この外乱推定オブザーバによってより正確に負荷トルクを検出するようにしている。なお、この外乱推定オブザーバの処理等はすでに公知であるのでその説明は省略する。又、スクリュ速度の

切換（スクリュ回転数の切換）、切換位置の設定は図4に示されるように設定されているとする。

【0026】図6において、プロセッサ26は、「基準データの取得」が「ON」にセットされているか判断し（ステップb1）、セットされていないければ、この図6に示すステップb2以下の処理はせず、終了する（通常、図5に示す処理が行われる）。「基準データの取得」が「ON」にセットされていると、図5のステップa1からステップa5と同様の処理を行う。すなわち、別のタスクで設定される計量開始フラグF1が「1」にセットされているか、又は、計量中を示すフラグF2が「1」にセットされているか判断する（ステップb2）。どちらのフラグともに「0」であれば、このスクリュ回転数制御処理はそのまま終了する。一方、計量工程になり、別のタスクにより計量開始フラグF1が「1」にセットされていると、計量中フラグF2が「0」か判断し（ステップb3）、「0」ならば、この計量中フラグF2を「1」にセットすると共に計量開始フラグF1を「0」にリセットする（ステップb4）。そして、計量開始時の段数として0段に設定されているスクリュ回転数の指令をサーボアンプ23に出力する（ステップb5）。そして、プロセッサ26は段数を示す指標iを「1」にセットする。さらに、サンプリングデータを得るための指標nを「0」にセットする（ステップb6）。

【0027】そして、この指標nを「1」インクリメントし、射出用サーボモータM2の現在位置を記憶するレジスタからスクリュの位置、スクリュの現在後退速度、及び上述した外乱推定オブザーバで推定されるスクリュ回転トルクを読み取り、メモリ27に設けられた、サンプリングデータを記憶する記憶位置にスクリュ位置SP OS (n)、スクリュの後退速度SPD (n)、モータ回転トルクSTRQ (n)として記憶する（ステップb7）。なお、後述するように、スクリュの回転速度を補正するサンプリングデータとして使用するものを、1つのものと決めた場合には、その決められたサンプリングデータ（スクリュの後退位置、スクリュの後退速度又はスクリュの回転トルクのデータ）の1つのみを検出し記憶するようにしてもよい。又、これらのサンプリングデータを選択して補正のために利用するようにする場合には、これらの3つのデータを全て採取し記憶する必要がある。

【0028】次に、ステップb8以下の処理を行うが、ステップb8～b13の処理は、図5のステップa6～a11の処理と同一であるので詳細な説明は省略する。なお、ステップb13で、計量中のフラグF2を「0」にセットすると共に、カウンタCNTに指標nの値を格納すること及び、基準データの取得を「OFF」にする点が対応するステップa11と異なる点である。

【0029】すなわち、「基準データの取得」が「O

N」にされた後の計量工程においては、図 5 に示すスクリュ回転制御処理と同様に、設定スクリュ回転数切換位置に達する毎にスクリュ回転数を設定回転数に切換えながら、計量工程が実施される。それとともに、このスクリュ回転制御処理の処理周期をサンプリング周期として、後退するスクリュの位置 SPOS(n)、スクリュの後退速度 SSPD(n)、スクリュ回転のトルク STRQ(n) がサンプリングデータとして採取され記憶されることになる。この、サンプリングデータを取得し記憶する点が、主に図 5 に示すスクリュ回転制御処理と相違するのみである。

【0030】次に、こうして採取したサンプリングデータによって、スクリュ回転数(回転速度)を補正して、計量工程におけるスクリュ回転制御処理を行う本発明の実施形態の計量制御処理について説明する。

【0031】図 7、図 8 は、スクリュ回転トルクによって、スクリュの回転速度を補正する本発明の第 1 の実施形態の計量制御処理におけるスクリュ回転制御処理のフローチャートである。前述したように、図 6 の処理によって基準データとしてのスクリュ回転トルクがサンプリングデータとして取得されメモリ 27 に記憶されているものとする。そして、スクリュ回転制御計量モードが「ON」と設定されると、プロセッサ 26 は図 7 に示すタスク処理を所定周期毎実行する。図 7 で示す処理は、図 5 に示した従来の計量工程におけるスクリュ回転制御処理と比較し、ステップ c9 としてスクリュ回転速度指令の補正処理が挿入されスクリュ回転速度指令を補正して出力する点、及び、計量開始時の最初の周期の処理で指標 i を「1」にセットすると共にスクリュ回転速度指令の補正処理のための指標 n を「0」にセットする点が相違するのみである。

【0032】プロセッサ 26 は、この処理周期のタスクとは別のタスクで設定される計量開始フラグ F1 が「1」にセットされているか、又は、計量中を示すフラグ F2 が「1」にセットされているか判断する(ステップ c1)。どちらのフラグともに「0」であれば、このスクリュ回転数制御処理はそのまま終了する。一方、計量工程になると別のタスクにより計量開始フラグ F1 が「1」にセットされ、このセットされていることをステップ c1 で検出すると、計量中フラグ F2 が「0」であるか判断し(ステップ c2)、「0」ならば、この計量中フラグ F2 を「1」にセットすると共に計量開始フラグ F1 を「0」にリセットする(ステップ c3)。そして、計量開始時の段数として 0 段に設定されているスクリュ回転数の指令を当該周期のスクリュ回転速度指令 SRCMD としてレジスタにセットする(ステップ c4)。図 5 に示す従来例では、このスクリュ回転速度指令をサーボインタフェース 21 を介してスクリュ回転用サーボモータ M1 のサーボアンプ 23 に出力していたが、レジスタ SRCMD に格納するようにした点が従来

例とは相違する。

【0033】そして、プロセッサ 26 は段数を示す指標 i を「1」にセットすると共にサンプリングデータを特定するための指標 n を「0」にセットし(ステップ c5)、射出用サーボモータ M2 に取り付けられたパルスコード P2 からの位置のフィードバック信号によって求められるスクリュ 3 の現在位置が指標 i で示される i 段目に設定されている切換位置が判断し(ステップ c6)、該位置に達していなければ、スクリュ回転速度指令補正処理を開始する(ステップ c9)。このスクリュ回転速度指令補正処理は、図 8 に示す処理で、まず、指標 n がカウンタ CNT の値より大きいかが判断する(ステップ c90)。すなわち、指標 n がカウンタ CNT の値で示されるサンプリングデータの総数を超えたか判断し、超えてなければ、指標 n を「1」インクリメントし、メモリ 27 に記憶されている基準データの指標 n で示されるスクリュ回転トルクのサンプリングデータ STRQ(n) の値から、外乱推定オブザーバで推定される(若しくはスクリュ回転用サーボモータの駆動電流値より求められる)スクリュ回転トルクの現在値を減じて、スクリュ回転トルクの基準データとの偏差 ΔTRQ を求める(ステップ c92)。そしてこの偏差 ΔTRQ に設定定数 K (K は正の値) を乗じてスクリュ回転速度指令の補正量 SROT を求める(ステップ c93)。さらに、本実施形態では、補正量 SROT が大きくスクリュ回転速度の変化が過大となることを防止するため、この補正量 SROT が現在のスクリュ回転速度指令の $\pm 10\%$ を超えるときには、この補正量 SROT を現在のスクリュ回転速度指令の $\pm 10\%$ にクランプする(ステップ c94)。こうして求められたスクリュ回転速度指令の補正量 SROT をレジスタに記憶するスクリュ回転速度指令 SRCMD に加算し、スクリュ回転速度指令 SRCMD を補正された値に更新する(ステップ c95)。さらに、この補正されたスクリュ回転速度指令 SRCMD が、設定されたスクリュ回転数の最大値を超えるような場合には、このスクリュ回転数の最大値にクランプし(ステップ c96)、こうして補正されたスクリュ回転速度指令 SRCMD をサーボインタフェース 21 を介してスクリュ回転用サーボモータ M1 のサーボアンプ 23 に出力する(ステップ c97)。サーボアンプ 23 ではこのスクリュ回転速度指令とパルスコード P1 からの速度のフィードバック信号に基づいて速度のフィードバック制御を行いスクリュ 3 を指令回転数で回転するようサーボモータ M1 駆動制御する。

【0034】そしてメインルーチンに戻り、スクリュの現在位置が、設定された計量完了位置か判断し(ステップ c11)、計量完了位置でなければ、当該周期の処理を終了する。

【0035】次の周期からは、計量中フラグ F2 が「1」にセットされているから、ステップ c1、c2、

10

20

30

40

50

c 6, c 9 (ステップ c 9 0 ~ c 9 7)、c 1 1 と処理を行い、補正されたスクリュ回転速度指令を順次出力する。

【0036】そして、指標 i で示される i 段目に設定されている切換位置にスクリュ 3 が後退したことがステップ c 6 で検出されるまで、このステップ c 1, c 2, c 6, c 9 (ステップ c 9 0 ~ c 9 7)、c 1 1 の処理を繰り返す。一方、前述したように、スクリュ 3 が回転することによって、樹脂は熔融され、その熔融樹脂圧によってスクリュ 3 は後方に押圧されこの圧力は圧力センサ (ロードセル) 9 によって検出され、この検出圧力が設定背圧になるように射出用サーボモータ M 2 が制御され、スクリュ 3 は後退する。この射出用サーボモータ M 2 による背圧制御については、説明を省略する。なお、この背圧も、通常スクリュ回転数を切り替える各段毎に切換る。

【0037】ステップ c 6 で、スクリュ 3 の位置が指標 i で示される段の切換位置に達していることが検出されると、この指標 i で示される段のスクリュ回転数の指令に切換えてスクリュ 3 の回転数を切り替え、指標 i を「1」インクリメントする (ステップ c 7、c 8)。そして、前述したステップ c 9 0 ~ c 9 7 のスクリュ回転速度指令補正処理を行って、スクリュ回転速度指令を出力し (ステップ c 9 2)、スクリュ位置が設定計量完了位置に達しているか判断し (ステップ c 1 1)、達していなければ、この処理を終了する。次の周期からは、上述したように、スクリュ位置が指標 i で示される段数のスクリュ回転数切換位置に達する毎に、その段に設定されているスクリュ回転数にスクリュ 3 の回転数を切換え、かつ、補正されたスクリュ回転速度指令を出力し、スクリュ回転速度制御を行う。設定段数 N まで切換え、この段 N の設定スクリュ回転数に対して上述した補正を行ってスクリュ 3 を回転させるが、指標 n の値がカウンタ CNT に記憶する基準データのサンプリング総数を越えた場合、偏差 ΔTRQ を「0」にセットし (ステップ c 9 1)、ステップ c 9 2 に移行する。その結果、スクリュ回転速度指令の補正量 SROT は「0」となり、スクリュの回転指令は設定された回転速度となる。

【0038】こうして、N 段のスクリュ回転制御を行っている間に、ステップ c 1 1 で、スクリュ位置が設定計量完了位置に達することが検出されると、スクリュ回転停止指令を出力し計量中フラグ F 2 を「0」にセットする (ステップ c 1 2, c 1 3)。スクリュ回転停止指令によりスクリュ 3 の回転は停止し、フラグ F 1, F 2 は共に「0」であるから、以後の周期からはステップ c 1 の処理のみを行い、この計量工程のスクリュ回転制御は終了する。

【0039】以上の通り、この実施形態では、計量工程の各段のスクリュ回転速度切換位置及びその段の回転速度に基づいて、スクリュ回転速度を制御し、そのときの

スクリュ回転トルクをサンプリングして、基準データとして取得して記憶しておき、本発明の実施であるスクリュ回転制御計量モードが「ON」とされたときの計量工程のスクリュ回転制御処理においては、基準データを取得したときと同一の、設定スクリュ回転速度指令パターン (各段の設定切換位置で設定スクリュ回転数に切り替える) で、スクリュ回転用サーボモータ M 1 を駆動制御することになるが、この際、基準データとして採取し記憶した計量開始からのスクリュ回転トルクのサンプリングデータと、現在のスクリュ回転トルクとの偏差を求め、この偏差によってスクリュ回転速度指令の補正量を求め補正する。これにより、基準データが得られたときのスクリュ回転トルクと一致するように、スクリュ回転速度指令が補正されることになる。その結果、計量時間は基準データを採取したときの計量時間に一致するように制御されることになる。

【0040】すなわち、ある設定速度でスクリュが回転しているとき、そのとき検出されたスクリュ回転トルクが、基準データよりも小さいときは、基準データの採取のときよりも小さいスクリュ回転トルクで設定回転数の速度で回転しているものであるから、樹脂の供給量が少ないが故にスクリュ回転トルクが小さいことを意味する。樹脂の供給量が少なければ、スクリュの後退速度は低下する。そこで、基準データ取得時のスクリュ回転トルクから現在のスクリュ回転トルクを減じてその偏差よりスクリュ回転速度指令の補正量を求め (上述した例の場合には、この補正量はプラスとなる)、この補正量をスクリュ回転速度指令に加算してスクリュ回転速度を増大させ、樹脂供給量を増大させれば、スクリュ回転トルクも増大し、かつスクリュ後退速度も増大する。

【0041】又、逆に、基準データのスクリュ回転トルクよりもスクリュ回転トルクの現在値が大きい場合には、基準データ取得時よりも樹脂供給量が多くてスクリュ回転トルクが増大していることを意味し、このときは、樹脂供給量が多いことからスクリュの後退速度が速くなっていることを意味する。そこで、補正量を求めてスクリュ回転速度指令を補正して回転速度指令を減少させる (基準データを得たときのスクリュ回転トルクよりも現在の回転トルクの方が大きいことからその偏差は負となり補正量も負となる。よって、補正された回転指令も減少することになる。) スクリュ回転速度が低下すれば、その分樹脂の供給量が減少し、スクリュ後退速度は低下する。

【0042】よって、スクリュ後退速度は、基準データを取得したときと同じになるように制御されることになるから、計量時間のばらつきは小さくなり、ほぼ一定の計量時間を得ることができる。

【0043】上述した説明では、計量開始時のスクリュ位置が常に一定で、基準データを取得したときの計量開始時のスクリュ位置と、各計量工程の計量開始時のスク

10

20

30

40

50

リュ位置が同一として説明した。しかし、射出完了後にスクリュ内に残るクッション量にはばらつきがあり、計量開始時のスクリュ位置はばらつきがある。そして、各段へのスクリュ回転数の切替はスクリュ位置に基づいて行われるが、スクリュ回転速度指令の補正量は計量開始時からの経過時間（計量開始時からのサンプリング回数）によって求めている。そのため、基準データも当該計量時のスクリュ回転トルク検出時も同一段内の同一の設定スクリュ回転数を基準にしている場合には格別問題がないが、段が変わるとき、基準データの基準となる設定スクリュ回転数と当該計量時の基準となる設定スクリュ回転数が異なる場合が生じる。例えば、当該計量時の計量開始時のスクリュ位置が基準データを取得したときの計量開始時のスクリュ位置よりも後退していた場合

（クッション量が基準データを取得したときよりも大きいとき）、計量開始時の位置から第1段の切替位置までの距離は、基準データ取得時の方が長い。そのため、第0段の設定スクリュ回転数を基準としてスクリュを回転させている時間が基準データの方が長く、基準データの第0段に対応するサンプリングデータ数が当該計量時の第0段のサンプリングデータ数より多くなる。その結果、段の切替で、計量開始からのサンプリング回数が同じでも、当該計量時においては、すでに第0段から第1段のスクリュ回転数に切り替わっているが、基準データにおいては、このサンプリング回数では1段の設定スクリュ回転数に切り替わっていない場合が生じる。このことから、ステップc92では、基準データのスクリュ回転トルクSTRQ(n)は第0段のスクリュ回転数におけるデータであることに対して、スクリュ回転トルクの現在値は第1段のスクリュ回転数に基づくデータである場合が生じる。第0段の設定スクリュ回転数よりも第1段のスクリュ回転数が高い場合には、回転数が高い方がスクリュ回転トルクも大きくなるから、先に示した例では、基準データのスクリュ回転トルクSTRQ(n)よりも、当該周期で検出したスクリュ回転トルクの現在値の方が大きくなり、その偏差 ΔTRQ は負の値となり、補正量も負の補正量SROTとなる。そのため、現在の設定スクリュ回転数（第1段のスクリュ回転数）が補正されて設定スクリュ回転数（第1段のスクリュ回転数）よりも小さなスクリュ回転数が指令されることになる。

【0044】しかし、上述したクッション量のばらつきの範囲は小さく、数サンプリング周期間にスクリュが移動する程度の区間である。そのため、上述した減少は、スクリュ回転数切替位置の数サンプリング時のみに生じる現象であり、かつ、この現象は、切替時のスクリュ回転数の急激な変化を緩和させるものであり、樹脂の溶融・混練を均一にする方向の減少であり格別なる弊害とはならない。又、このクッション量のばらつきに伴って、基準データの総サンプリング数を記憶するカウンタCNTの値と、当該計量工程における計量完了までの総サン

プリング数が異なる場合が生じるが、当該計量工程のサンプリング数を計数する指標nがカウンタCNTの値を超えた場合には、ステップc91で偏差 ΔTRQ を

「0」にすることによって、スクリュ回転速度指令の補正を行わず、設定されたスクリュ回転数を指令するようにしている。なお、指標nの値がカウンタCNTの値を超える前に、計量完了位置に達した場合は、計量工程が終了するまでスクリュ回転速度指令の補正が実行されることになる。

10 【0045】図9、図10は、基準データをスクリュ後退速度としてサンプリングし記憶し、各計量時のスクリュ後退速度がこの基準データと一致するようにスクリュ回転速度指令を補正するようにした本発明の第2の実施形態のフローチャートである。図9に示すメインルーチン処理は第1の実施形態における図7に示す処理と同一であり、ステップd9の処理である図10に示す処理が図7のステップc9の処理の図8と相違するのみである。

20 【0046】すなわち、計量工程が開始されると、スクリュが各段の設定切替位置に達する毎にその段の設定スクリュ回転数をレジスタにスクリュ回転速度指令SRCMDとして格納し、このスクリュ回転速度指令に対して図10に示す処理を行い補正を行ってスクリュ回転速度指令を出力するものである。図9に示す処理は図7で説明した処理と同一であるので、その説明を省略し、図10に示す補正処理についてのみ説明する。

30 【0047】まず、ステップd9のスクリュ回転速度指令補正処理に移行すると、プロセッサ26は、指標nがカウンタCNTに記憶する基準データのサンプリング総数を超えているか判断し（ステップd90）、超えてなければ、指標nを「1」インクリメントし、メモリ27に記憶されている基準データの指標nで示されるスクリュ後退速度サンプリングデータSSPD(n)の値から、パルスコードP2によって検出される現在のスクリュ後退速度を減じて、スクリュ後退速度の基準データとの偏差 ΔSPD を求める（ステップd92）。そしてこの偏差 ΔSPD に設定定数K（Kは正の値）を乗じてスクリュ回転速度指令の補正量SROTを求める（ステップd93）。さらに、スクリュ回転速度の変化が過大となることを防止するために、この補正量SROTが現在のスクリュ回転速度指令の $\pm 10\%$ を超えるときには、この補正量SROTを現在のスクリュ回転速度指令の $\pm 10\%$ にクランプする（ステップd94）。こうして求められたスクリュ回転速度指令の補正量SROTをレジスタに記憶するスクリュ回転速度指令SRCMDに加算し、スクリュ回転速度指令SRCMDを補正された値に更新する（ステップd95）。さらに、この補正されたスクリュ回転速度指令SRCMDが、設定されたスクリュ回転数の最大値を超えるような場合には、このスクリュ回転数の最大値にクランプし（ステップd96）、こ

うして補正されたスクリュ回転速度指令SRCMDをサーボインタフェース21を介してスクリュ回転用サーボモータM1のサーボアンプ23に出力する(ステップc97)。サーボアンプ23ではこのスクリュ回転速度指令とパルスコードP1からの速度のフィードバック信号に基づいて速度のフィードバック制御を行いスクリュ3を指令回転数で回転するようサーボモータM1駆動制御する。

【0048】なお、ステップd90で、指標nの値がカウンタCNTの値を超えた場合、すなわち、基準データのサンプリング数より指標nが大きくなった場合には、偏差 ΔSPD を「0」にセットすることによって(ステップd91)、スクリュ回転速度指令の補正を行わず、設定されたスクリュ回転数がスクリュ回転速度指令として出力されることになる。

【0049】以下、ステップd11でスクリュの現在位置が、設定された計量完了位置に達したことが検出されるまで、スクリュ後退速度が基準データとして記憶されているスクリュ後退速度と合致するように、設定された各段のスクリュ回転数(回転速度)を補正してスクリュ回転速度指令を出力し、スクリュ後退位置が設定計量完了位置に達すると、スクリュ回転を停止させ、計量中フラグF2を「0」にセットし(ステップd12、d13)、この計量工程のスクリュ回転制御処理は終了する。

【0050】この第2の実施形態では、ステップd92で、計量開始からの同一タイミングにおける基準データのスクリュ後退速度と現在のスクリュ後退速度との偏差 ΔSPD を求め、この偏差 ΔSPD によってスクリュ回転速度指令を補正して、スクリュ後退速度が基準データのスクリュ後退速度パターンと一致するように制御するものであり、これにより計量時間を一定にすることができる。基準データのスクリュ後退速度より現在のスクリュ後退速度の方が遅く、偏差 ΔSPD が正の場合には、ステップd93で正のスクリュ回転速度指令の補正量SROTが得られ、スクリュ回転速度指令はその指令速度を設定値よりも増大させて指令されることになるから、スクリュ回転数は増大し、その結果、樹脂の供給量が増大し熔融樹脂圧が増大することからスクリュの後退速度は増大して、基準データ取得時のスクリュ後退速度と一致するように制御されることになる。逆に、ステップd92で求める偏差 ΔSPD が負で、スクリュの現在後退速度の方が大きい場合には、スクリュ回転速度指令の補正量SROTも負となって、スクリュ回転速度指令は設定値よりも小さなものとなり、スクリュは設定値よりも遅い回転数で回転する結果、スクリュ後退速度は小さくなり、結局、基準データ取得時のスクリュ後退速度と一致するように制御されることになる。

【0051】この第2の実施形態においても、クッション量のばらつきによる影響が、スクリュ回転数の切換位

置近傍において第1の実施形態と同様な問題が生じるが、この場合にも、スクリュ回転数の急激な切換を緩和するものであり、かつ数サンプリング数にのみ生じるものであるから格別な問題とはならない。

【0052】図11、図12は、本発明の第3の実施形態が実行する計量工程におけるスクリュ回転速度制御のフローチャートである。この第3の実施形態は、基準データとしての計量開始からのサンプリングデータとしてスクリュ位置を用い、このスクリュ位置によって、スクリュ回転速度指令を補正するものである。

【0053】図11に示すメインルーチンの処理は図7、図9の処理と同一であり、ステップe9のスクリュ回転速度指令の補正処理、すなわち図12で示す処理が相違するのみである。図11に示される処理は図7、図9の処理と同一で、すでに説明しているのでここでは、その説明を省略する。

【0054】又、図12に示すスクリュ回転速度指令の補正処理も、ステップe92、e93の処理が第1、第2の実施形態の図8、図10に示す処理と相違するのみである。この第3の実施形態では、指標nで示される計量開始からの時間に対応するサンプリング回数(計量開始からのサンプリングが何回目かを示す数)における基準データとしてのスクリュ位置SPOS(n)から、このサンプリング回数に対応する計量開始からの経過時間における現在スクリュ位置を減じて、位置の偏差 ΔPOS を求め(ステップe92)、この位置の偏差 ΔPOS にスクリュ回転速度(回転数)への変換定数K(Kの値は正)を乗じて、スクリュ回転速度指令の補正量SROTを求める点が第1、第2の実施形態と相違するのみである。

【0055】この第3の実施形態では、スクリュの後退位置が基準データと相違するときは、その相違を補正するようにスクリュ回転速度指令を補正して、計量開始からの時系列的スクリュ位置パターンが、基準データのパターンと一致するようにスクリュ回転速度が補正されるものである。

【0056】例えば、基準データのスクリュ位置よりも現在のスクリュ位置が小さく、スクリュの後退が遅れている場合には、ステップe92で求められる位置の偏差 ΔPOS は正の値となり、ステップe92で、この位置の偏差 ΔPOS に定数Kを乗じて得られるスクリュ回転速度指令の補正量SROTも正の値となる。その結果、スクリュ回転速度指令は設定値よりもこの補正量SROT分増大するから、スクリュ回転速度は速くなり、樹脂の供給量が増大して、スクリュの後退速度が増大し、遅れを取り戻すように作用する。又、位置の偏差 ΔPOS が負で、現在のスクリュ位置が基準データよりも大きくスクリュ後退が進んでいる場合には、位置の偏差 ΔPOS が負であるからスクリュ回転速度指令の補正量SROTも負の値となって、スクリュは設定速度よりも

遅く回転することになり、樹脂の供給量が減少し、スクリュの後退速度は減少し、スクリュの進みを補正するように作用する。

【0057】以上のようにして、計量開始からの時系列スクリュ位置の基準データのパターンと当該計量工程におけるパターンが一致するように制御されるので、計量時間はほぼ一定となる。

【0058】この第3の実施形態の場合、クッション量のばらつきの影響は、計量開始から直ちにスクリュ回転速度指令の補正として現れる。基準データ取得時のクッション量と当該計量時におけるクッション量に差異があると、計量開始直後から、ステップe12で、位置の偏差 ΔPOS が求められる。例えば、基準データ取得時のクッション量が小さく、当該計量時におけるクッション量が大きいと、位置の偏差 ΔPOS は負の値となり、補正量 $SROT$ も負の値となる。その結果、スクリュ回転速度指令は設定スクリュ回転数よりも減少したものが指令される。スクリュ回転数が減少すれば、スクリュ後退速度も減少し、例えば第1段のスクリュ回転数切換位置に達するまで時間が長くなることになり、第0段のサンプリング数が基準データの第0段のサンプリング数に近づくことになる。この作用は計量開始からのサンプリングが基準データと当該計量時と一致するまで続き、一致すれば、ステップe92での位置偏差 ΔPOS が「0」となり、クッション量の差異によるスクリュ回転速度指令の補正がなくなる。

【0059】上述した各実施形態では、基準データを計量開始からの経過時間の関数として求めた。すなわち、計量開始からの時系列のサンプリングデータとして求めた。そしてこの基準データのサンプリングデータと各計量時の同様なサンプリングデータとにより、スクリュ回転速度指令の補正量を求めるための偏差を求めるようにした。

【0060】この時系列のサンプリングデータを求める代わりに、計量開始からのスクリュ位置に基づいて、サンプリングデータを求めるようにしてもよい。この場合、上記第3の実施形態では、スクリュ位置がサンプリングデータとなっていることから、第1、第2の実施形態にこの位置に基づくサンプリングデータ（スクリュ回転トルク、スクリュ後退速度）によって補正量を求めることになる。

【0061】この場合、基準データを求める処理は、図6に示す処理と同一になる。ただし、この場合、ステップb7で、スクリュ現在位置 $SPOS(n)$ 、現在速度 $SSPD(n)$ 、現在回転トルク $STRQ(n)$ を全て求めるか、スクリュ現在位置 $SPOS(n)$ と現在速度 $SSPD(n)$ 、又は、スクリュ現在位置 $SPOS(n)$ と現在回転トルク $STRQ(n)$ をデータとして採取しておく必要がある。

【0062】そして、この計量開始からのスクリュ位置

に基づいて、スクリュ回転速度指令補正を行う時の処理メインルーチンの処理は図7、図9、と同じであるが、「スクリュ回転速度指令の補正」の処理（ステップc9、d9、）の図8、図10の処理が代わる点で相違するものである。

【0063】図13は、このスクリュ位置に基づいてスクリュ回転トルクによりスクリュ回転速度指令の補正和する場合の処理のフローチャートである。図7のステップc9の「スクリュ回転速度指令の補正」処理になると、プロセッサ26は、まず指標 n がカウンタCNTの値を超えたか判断し、超えていなければ、指標 n が「0」か判断し、すなわち、計量開始の最初の周期か判断し（ステップf2）、「0」であれば、スクリュの現在位置 Pr が、基準データとして記憶する1番目のスクリュ位置 $SPOS(1)$ より大きいか判断する（ステップf3）。大きくないとき、すなわち、クッション量が基準データ取得時よりも小さい場合には、指標 n を「1」にセットする（ステップf8）。又、スクリュの現在位置 Pr が1番目のスクリュ位置 $SPOS(1)$ より大きく、2番目のスクリュ位置 $SPOS(2)$ より小さい場合（ステップf4）にも指標 n を「1」にセットする（ステップf8）。スクリュの現在位置 Pr が2番目のスクリュ位置 $SPOS(2)$ より大きく、3番目のスクリュ位置 $SPOS(3)$ より小さい場合（ステップf5）には指標 n を「2」にセットする（ステップf9）。以下同様に、スクリュの現在位置 Pr が、 i 番目のスクリュ位置 $SPOS(i)$ より大きく、 $(i+1)$ 番目のスクリュ位置 $SPOS(i+1)$ より小さい場合には、指標 n を「 i 」にセットする。この判断は k 番目のスクリュ位置 $SPOS(k)$ まで行い、スクリュの現在位置 Pr が k 番目のスクリュ位置 $SPOS(k)$ より大きい場合には、指標 n を「 k 」とする（ステップf7）。なおこの k の値は、許容できるクッション量によって決めるもので、クッション量が多すぎて成形異常としてアラームを発生するようなクッション量より僅か小さいものとする。

【0064】すなわち、計量開始時には、クッション量のばらつきにより、スクリュ位置が基準データ取得時の位置と異なる。そこで、この実施形態では、計量開始時の最初の周期で検出したスクリュ位置 Pr が基準データの計量開始から各周期毎に採取したスクリュ位置 $SPOS(i)$ よりも大きく、スクリュ位置 $SPOS(i+1)$ より小さい場合には、指標 n を「 i 」とするものである。ただし、基準データの最初の位置 $SPOS(0)$ よりもスクリュ位置 Pr が小さい場合にも指標 n を「1」とするものである。

【0065】こうして、指標 n を決めた後、この指標 n で示される基準データのスクリュ回転トルク $STRQ(n)$ からスクリュ回転トルクの現在値を減算してその偏差 ΔTRQ を求める（ステップf15）。そして、以

後は図8に示すステップc 9 5以下の処理を行い、スクリュ回転速度指令を補正して出力する。

【0066】次の周期では、すでに指標nは「0」ではないのでステップf 2から（ステップf 11に移行し、スクリュ位置Prが基準データのスクリュ位置SPOS（n+1）より大きいのか、又スクリュ位置SPOS（n+1）とスクリュ位置SPOS（n+2）の間にあるか判断する（ステップf 11, f 12）。スクリュ位置Prが基準データのスクリュ位置SPOS（n+1）を超えていなければ、指標nは変化させず、又、スクリュ位置SPOS（n+1）とスクリュ位置SPOS（n+2）の間にあれば、「1」インクリメントし（ステップf 13）、スクリュ位置SPOS（n+2）より大きければ、指標nに「2」を加算し（ステップf 14）、ステップf 15に移行する。この場合も、スクリュ位置Prが基準データのスクリュ位置SPOS（n+1）とSPOS（n+2）の区間の前か、この区間か、この区間よりも大きいのかを判断し、スクリュ位置Prの存在する区間の始点の指標n（小さい値の方）採用する。なお、ステップf 11, f 12によって、スクリュの現在位置Prが存在する区間をSPOS（n+1）とSPOS（n+2）の区間とその前後のみの判断を行って指標nの値を決めているが、これは、基準データも当該計量時も同一のサンプリング周期でスクリュ位置を採取し、かつステップf 3～f 10の処理によって、計量開始時のスクリュ位置Prが存在する区間を示す指標nが決められているから、このSPOS（n+1）とSPOS（n+2）の区間とその前後のみの判断で十分であるからである。

【0067】かくして、スクリュの現在位置Prが存在する基準データの区間を示す指標nを求め、この指標nで示されるスクリュ回転トルクの基準データSTRQ（n）からスクリュ回転トルクの現在値を減じてその偏差ΔTRQを求め（ステップf 15）、ステップc 9 3移行の処理を行ってスクリュ回転速度指令を補正する。

【0068】なお、指標nの値が、カウンタCNTに記憶する基準データの総サンプリング数を超えた場合には、偏差ΔTRQを「0」として（ステップf 16）、ステップc 9 3以降の処理を行い、スクリュ回転速度指令の補正は行われない。

【0069】なお、図13で示すスクリュ位置によるスクリュ回転速度指令補正では、スクリュ位置の現在値が存在する基準データのスクリュ位置区間の小さい方のスクリュ位置のデータを用いるようにしたが、大きい方のスクリュ位置のデータを用いてもよい。その場合には、ステップf 3で「No」の場合には指標nを「1」、ステップf 8ではn=2、ステップf 9ではn=3、ステップf 10ではn=k、ステップf 7ではn=k+1、ステップf 11で「No」でn=n+1、ステップf 13ではn=n+2、ステップf 14ではn=n+3とす

ればよい。

【0070】又、計量開始からのスクリュ位置に対応するスクリュ後退速度によってスクリュ回転速度指令の補正を行う場合には、メインルーチンは図9の処理を行い、ステップd 9の処理は、図13のフローチャートにおいて、ステップf 15の処理が「 $\Delta SPD = SPD(n) - \text{スクリュ後退速度の現在値}$ 」と代わり、ステップd 9 3に移行する点、又、ステップf 16の処理が「 $\Delta SPD = 0$ 」となりステップd 9 3に移行する点で異なるのみである。

【0071】上述した各実施形態においては、スクリュ回転速度指令の補正量を現在のスクリュ回転速度の±10%として、上限と下限を設けたが、この制限は必ずしも必要とせず、又、スクリュ回転数が増加する場合の方が危険であることから、上限のみ設けるようにしてもよい。

【0072】

【発明の効果】本発明においては、スクリュの回転トルクカーブ、スクリュ後退速度カーブ、スクリュ後退位置カーブが基準データと一致するように制御されるので、計量時間のばらつきが解消され、ほぼ一定の時間で計量工程を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の計量制御装置が適用される射出成形機の射出機構部の概要図である。

【図2】同射出成形機を制御する制御装置の要部ブロック図である。

【図3】本発明の実施形態におけるスクリュ回転制御計量モードの選択及び基準データの取得を行うか否かの設定を行う表示画面の例である。

【図4】同実施形態における計量工程における各段のスクリュ切換位置、スクリュ回転数、計量完了位置の設定例である。

【図5】従来の計量工程時のスクリュ回転制御処理のフローチャートである。

【図6】本発明の実施形態における基準データの取得モードにおける計量工程時のスクリュ回転制御処理のフローチャートである。

【図7】スクリュ回転トルクによって、スクリュ回転速度指令を補正する本発明の第1の実施形態のメインルーチンのフローチャートである。

【図8】同第1の実施形態におけるスクリュ回転速度指令の補正処理のフローチャートである。

【図9】スクリュ後退速度によって、スクリュ回転速度指令を補正する本発明の第2の実施形態のメインルーチンのフローチャートである。

【図10】同第2の実施形態におけるスクリュ回転速度指令の補正処理のフローチャートである。

【図11】スクリュ後退位置によって、スクリュ回転速度指令を補正する本発明の第3の実施形態のメインルー

チンのフローチャートである。

【図 12】同第 3 の実施形態におけるスクリュ回転速度指令の補正処理のフローチャートである。

【図 13】スクリュ位置に対応して基準データを採取し、スクリュ位置に対応したスクリュ回転トルクによってスクリュ回転速度指令を補正する処理のフローチャートである。

【符号の説明】

1 金型

2 シリンダ

3 スクリュ

8 ブッシャープレート

9 圧力センサ（ロードセル）

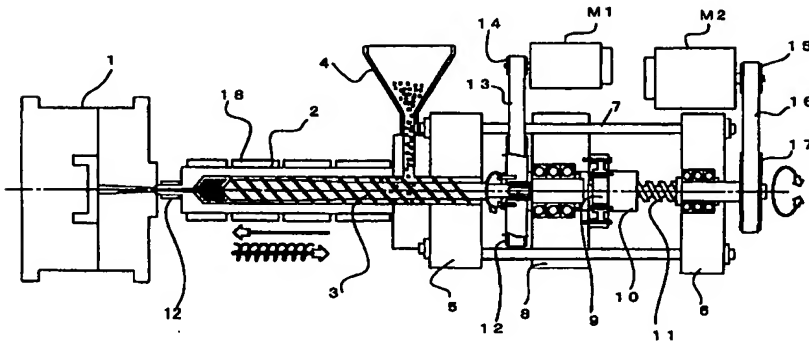
M1 スクリュ回転用サーボモータ

M2 射出用サーボモータ

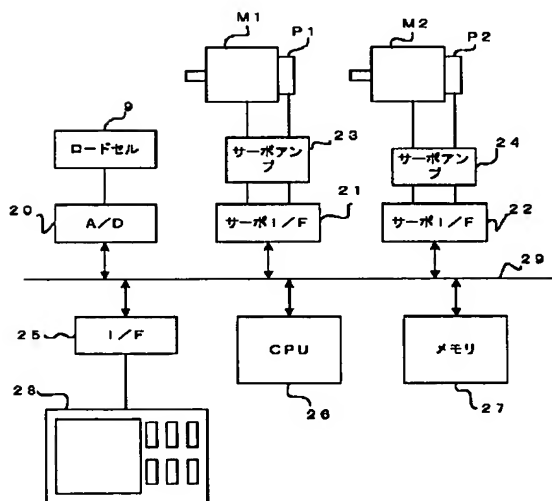
P1、P2 パルスコード

28 表示手段付きデータ入出力装置

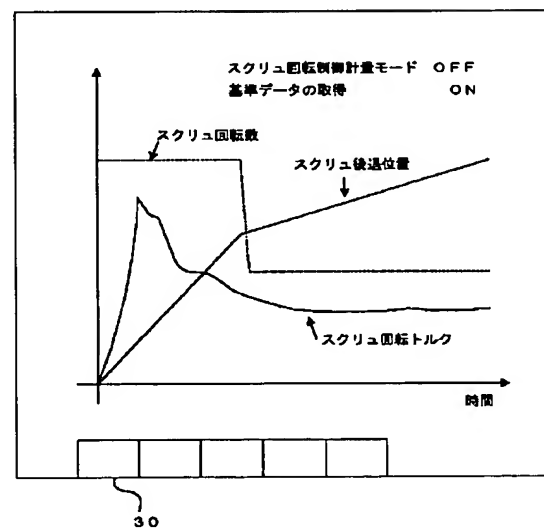
【図 1】



【図 2】



【図 3】



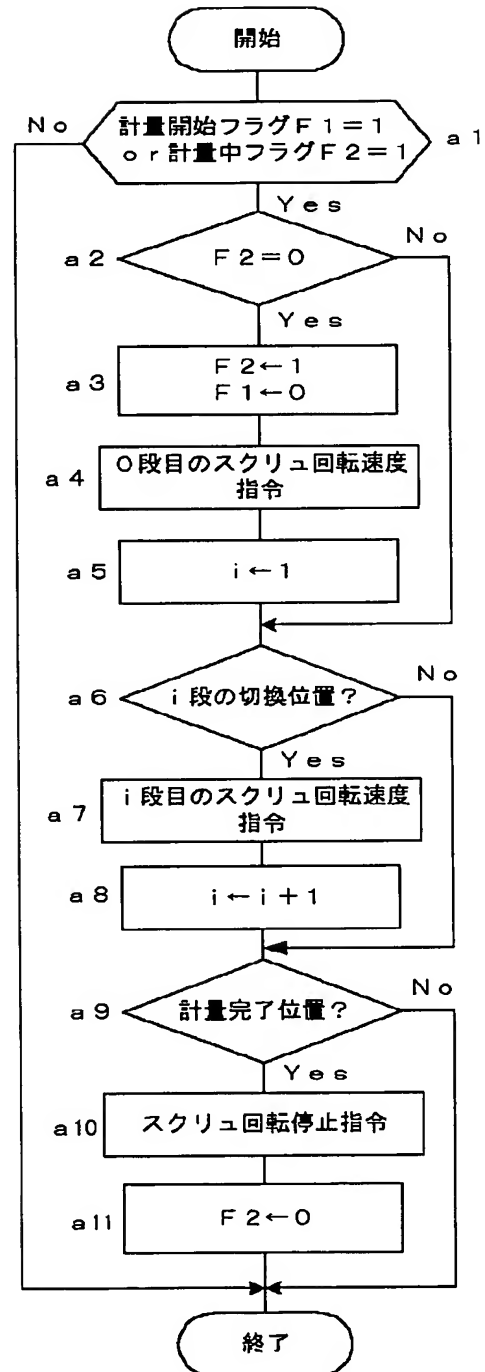
【図 4】

スクリュ回転速度設定

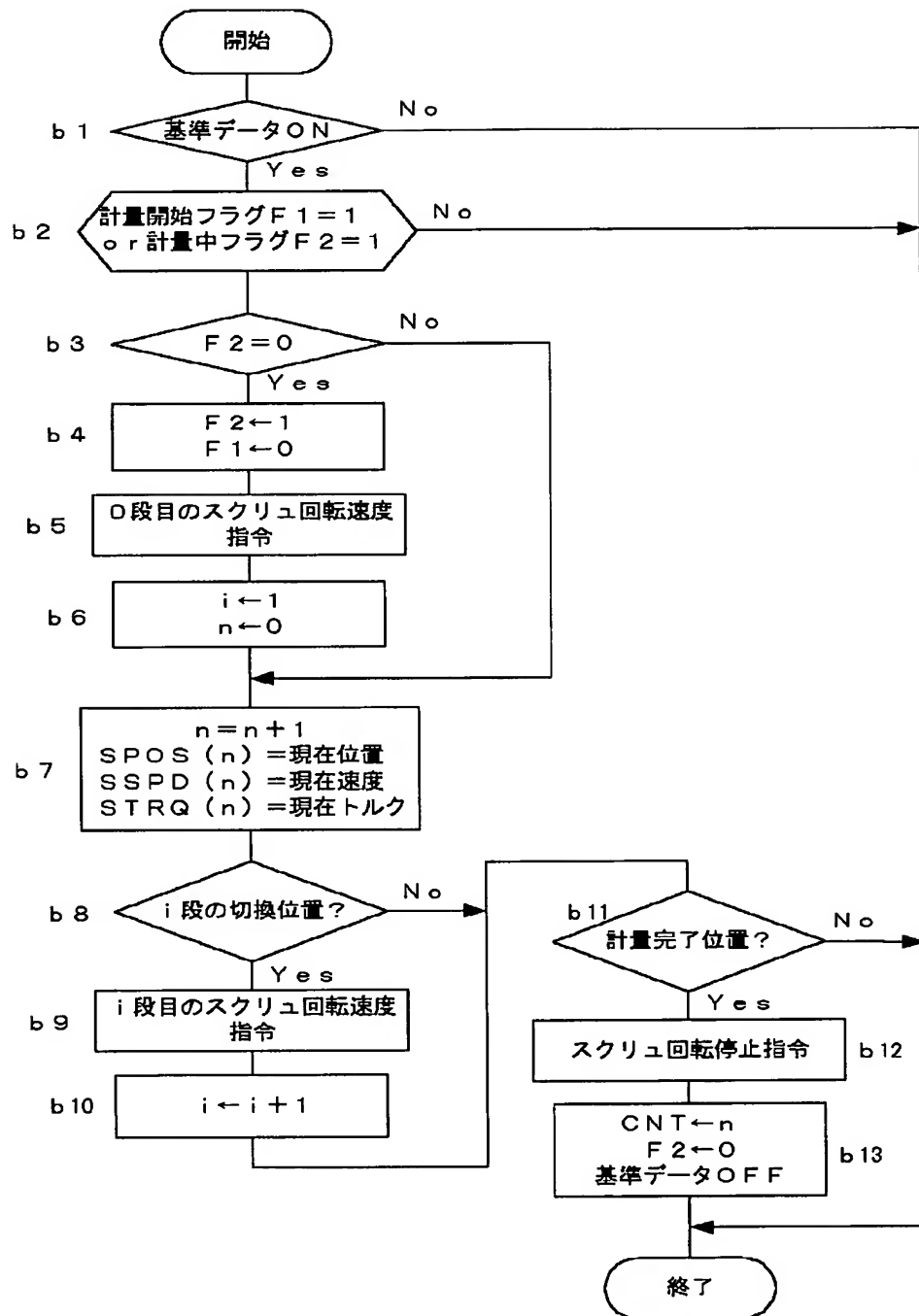
段数 i	切換位置	スクリュ回転数
0		20rpm
1	20mm	30rpm
2	30mm	50rpm
3	45mm	70rpm
⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮
N	55mm	30rpm

計量完了位置	65mm
--------	------

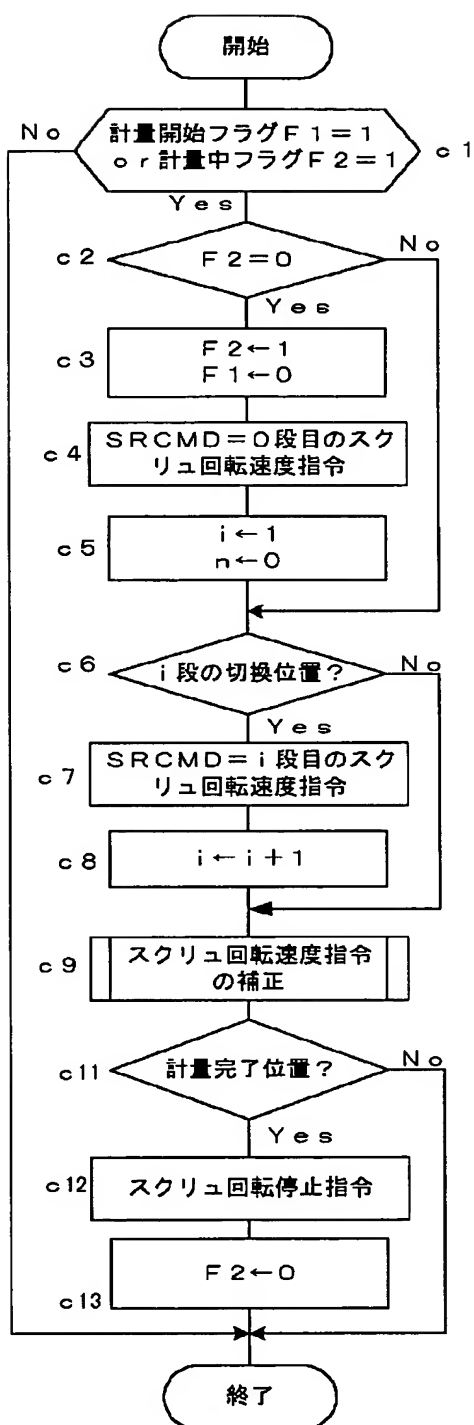
【図 5】



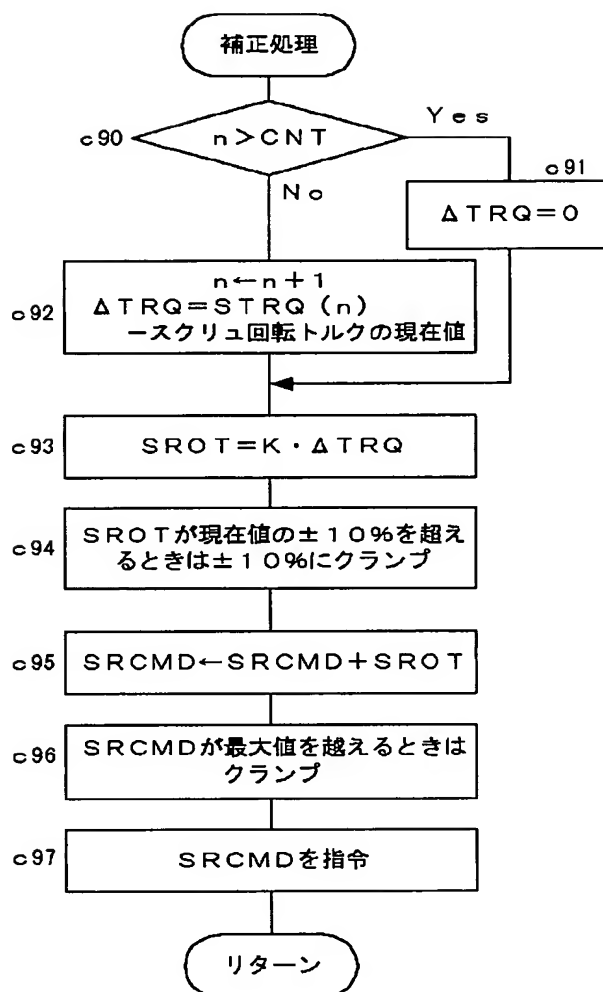
【図 6】



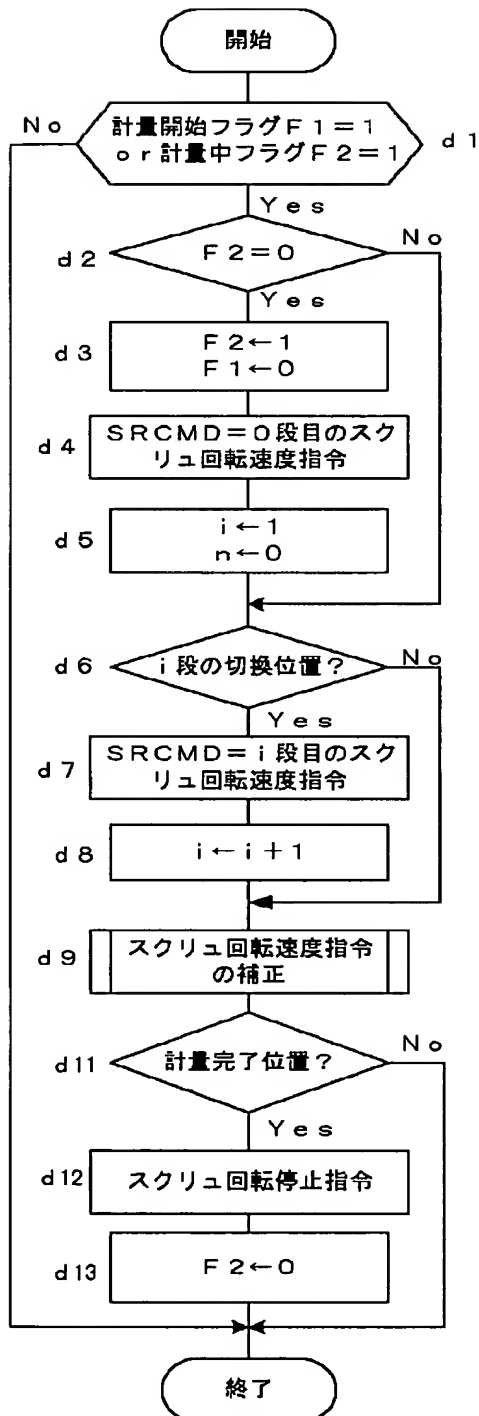
【図7】



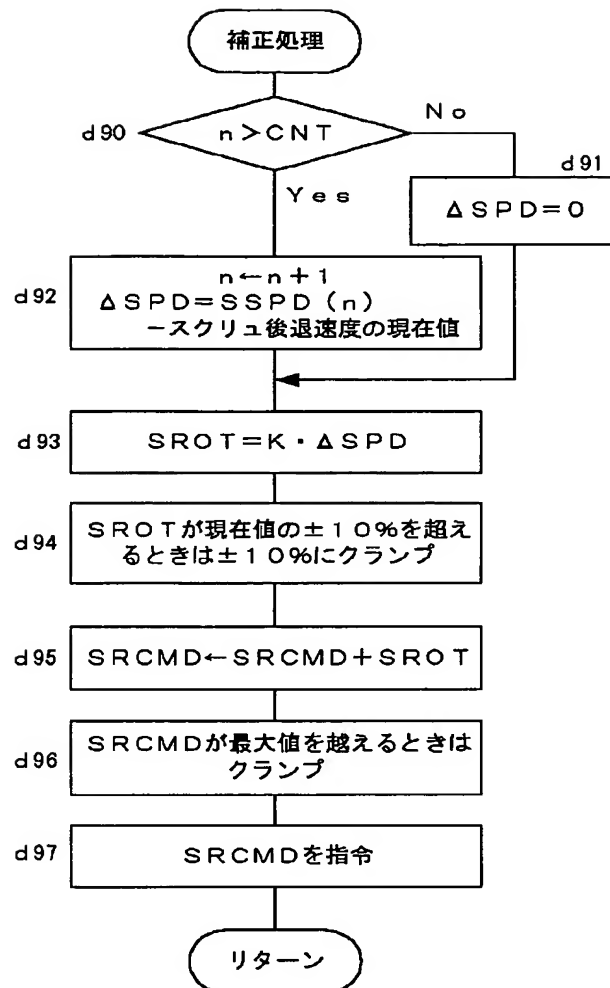
【図8】



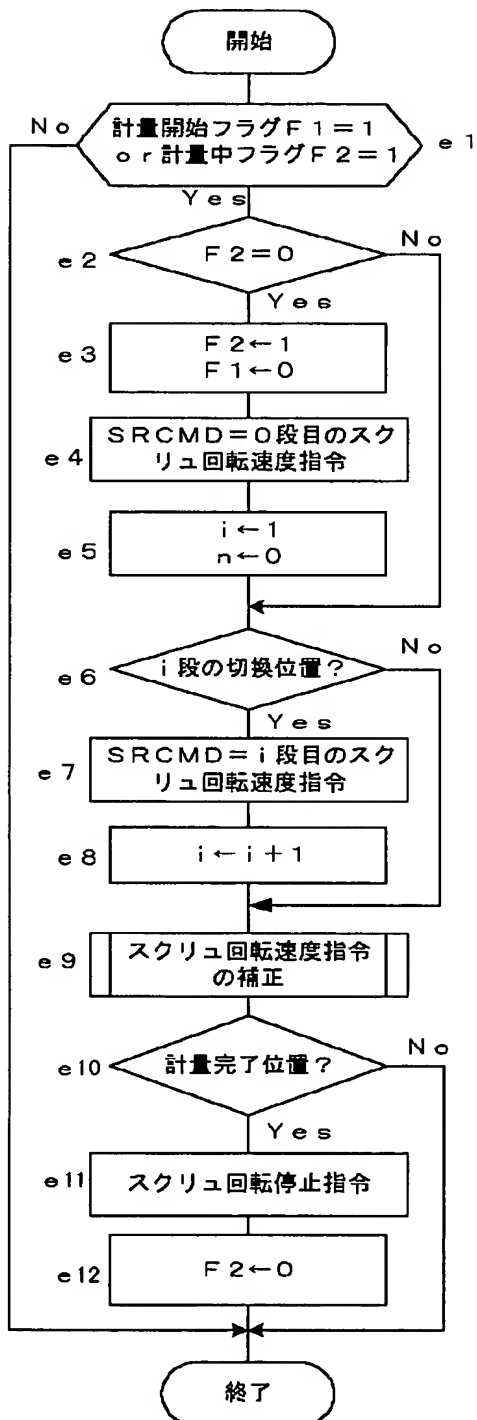
【図 9】



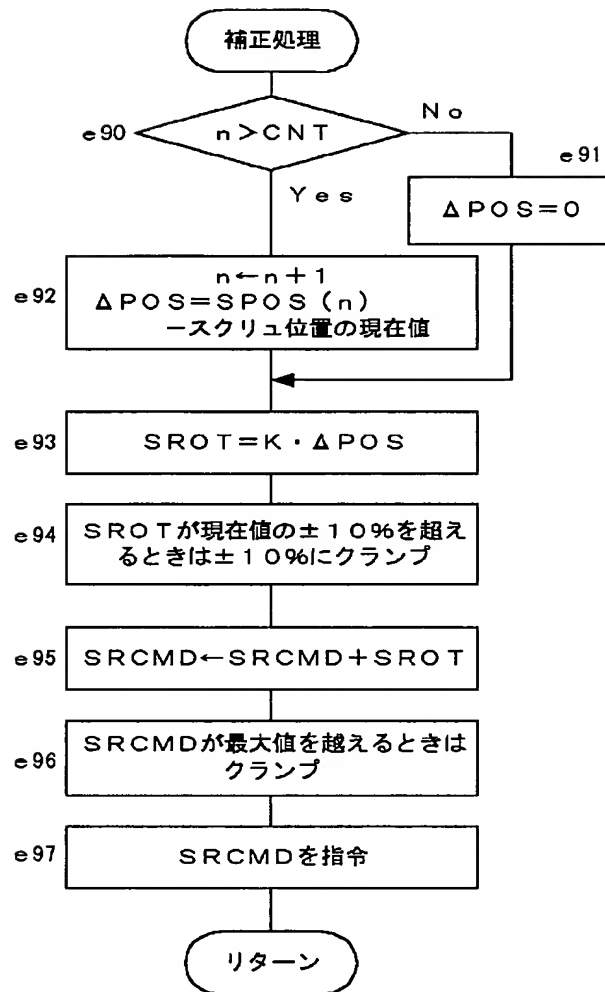
【図 10】



【図11】



【図12】



【図13】

